

О МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОБИВНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ В НЕОДНОРОДНОМ ПОЛЕ

А. А. ВОРОБЬЕВ, Г. А. ВОРОБЬЕВ, В. Д. КУЧИН

Опыты по пробое твердых диэлектриков в неоднородном поле часто проводятся на образцах в виде пластинок, помещенных между электродами. Такая методика имеет существенный недостаток в том, что пробое твердого диэлектрика, как правило, предшествуют разряды по поверхности образца, которые существенно влияют на пробой самого твердого диэлектрика. Вследствие этого пробивное напряжение твердых диэлектриков, пробитых в неоднородном поле, зависит от окружающей среды. В частности температурная зависимость пробивного напряжения слюды, помещенной в глицерин, имела такой же характер, как и для глицерина, а для слюды, помещенной в дистиллированную воду, температурная зависимость имела тот же характер, как и для воды [1]. Опыты по пробое пластинок твердых диэлектриков в неоднородном поле не дают истинных данных и закономерностей, характеризующих твердый диэлектрик.

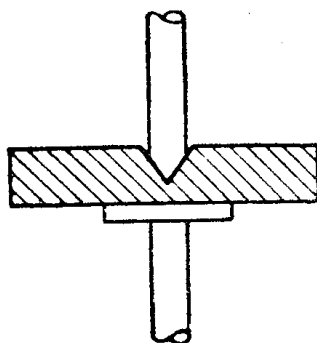


Рис. 1. Форма образца для испытания на пробой твердых диэлектриков в неоднородном поле.

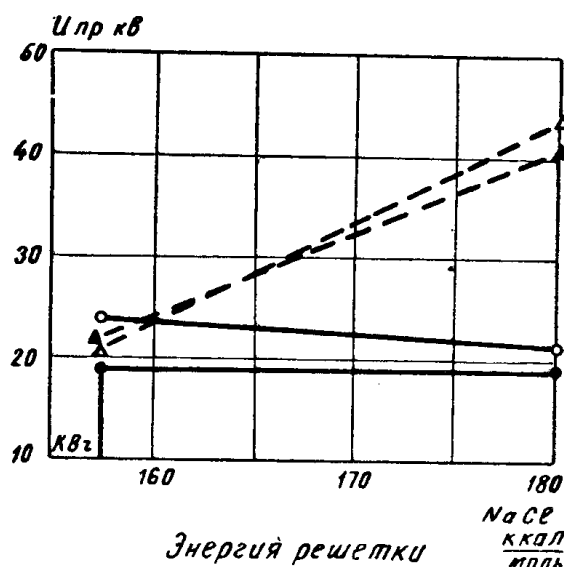


Рис. 2. Зависимость пробивного напряжения монокристаллов NaCl и KBr от энергии их кристаллической решетки при пробое в однородном поле. Вероятность пробоя $\Psi = 90\%$ \triangle — выточка \circ — пластина \oplus — пластина \ominus — пластина \ominus .

Для устранения влияния окружающей среды предлагается засверливать углубления в образце твердого диэлектрика. В этом случае в месте высокой напряженности поля окружающей средой является сам твердый диэлектрик. Нами применялись образцы, изображенные на рис. 1. На рис. 2 представлена зависимость пробивного напряжения от энергии решетки

для пластинок из NaCl и KBr на импульсах при времени воздействия порядка 10^{-6} сек. На рис. 3 представлены данные по пробое образцов с засверленными коническими углублениями монокристаллов NaCl, KCl, KBr, KJ. Результаты опытов показывают, что образцы с засверленными коническими углублениями дают величины, характеризующие твердый диэлектрик, чего не дают опыты с пластинками. Применяя образцы с коническими углублениями, мы получили некоторые общие закономерности для монокристаллов NaCl, KCl, KBr и KJ, а также для органического стекла:

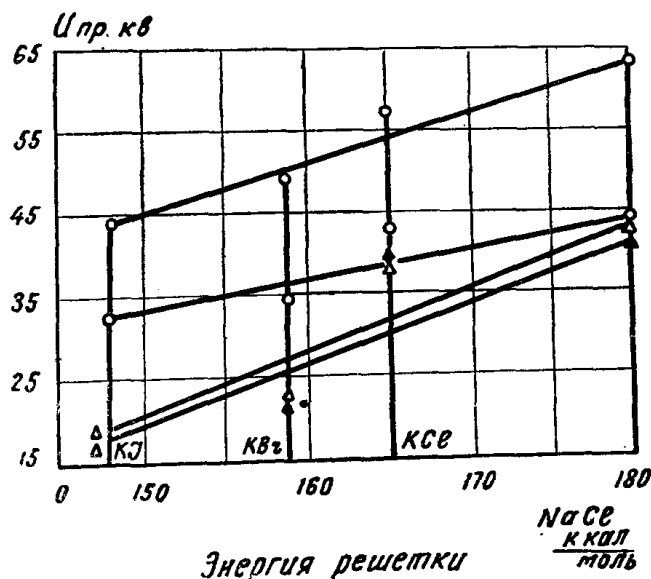


Рис. 3. Зависимость пробивного напряжения монокристаллов NaCl, KCl, KBr и KJ от энергии их кристаллической решетки при пробое в поле острие—плоскость. Вероятность пробоя $\Psi = 90\%$.

1. При времени воздействия напряжения $8 \cdot 10^{-8} \div 2 \cdot 10^{-7}$ сек наблюдается повышение пробивного напряжения по сравнению с большими временами, что связано с запаздыванием разряда.

2. При времени воздействия напряжения $8 \cdot 10^{-8} \div 2 \cdot 10^{-7}$ сек ясно выражен эффект полярности: при отрицательной полярности острия пробивное напряжение значительно больше, чем при положительной полярности острия. При больших временах (порядка 10^{-6} сек и больше) эффект полярности слабо выражен.

Образцы с коническими углублениями имеют более высокое пробивное напряжение, чем пластинки. Вальтер и Инге [2] при пробое пластинок каменной соли толщиной 2,7 мм получили следующие значения пробивного напряжения: 30 кВ при положительной полярности острия и 36 кВ при отрицательной полярности острия. В наших опытах с образцами с коническими углублениями при средней толщине в месте пробоя 0,7 мм, т. е. почти в 4 раза меньшей, при времени воздействия напряжения порядка 10^{-6} сек, когда нет еще запаздывания разряда, получены следующие значения пробивного напряжения: 40 кВ при положительной полярности острия и 43 кВ при отрицательной полярности острия. В опытах же с пластинками средней толщины 0,7 мм мы также получили низкие значения пробивных напряжений: 18 кВ при положительной и 21 кВ при отрицательной полярности острия. Видимо, снижение пробивного напряжения в опытах с пластинками связано с поверхностными разрядами.

Предлагаемая методика испытания твердых диэлектриков на пробой в неоднородном поле позволяет проводить измерение электрической прочности твердых диэлектриков в больших толщинах. Обычная система электродов (сферическая лунка и плоскость) при электрическом пробое диэлектриков в толстом слое оказывается непригодной, так как при пробое диэлектриков в больших толщинах в равномерном поле требуются образцы чрезвычайно больших размеров. При высоких частотах большие электроды брать нельзя из-за их значительной емкости, и они неполностью устраняют корону. Для измерения электрической прочности твердых диэлектриков в толстых слоях мы применяли образец, изображенный на рис. 3 [3]. Напряжение к электроду 3 подавалось по проводнику 6, покрывавшему внутреннюю поверхность стеклянной трубки 7 (диаметром $8 \div 11$ мм и высотой до 400 мм), вставленной в образец. Проводник 10 присоединялся к источнику высокого напряжения. Пробой производился в воздухе. Применяя образец, изображенный на рис. 3, максимальную напряженность поля на сферической поверхности электрода (острия) 4 радиуса r подсчитывали по формуле

$$E_{np} = \frac{U_{np}}{\epsilon r}.$$

Для NaCl с $r = 0,09 \div 0,115$ мм и толщине слоя $d = 10 \div 17$ мм на постоянном напряжении получили $U_{np} = 62 \div 96$ кВ, то есть $E_{np} = 1,01 \div 1,625$ мВ/см. Применяя описанный выше образец и подводящий провод, удалось избежать коронирования вплоть до пробивных напряжений. Значения электрической прочности каменной соли, определенные при пробое в толстых слоях, находятся в хорошем согласии со значениями E_{np} , определенными при пробое NaCl в тонких слоях и однородном поле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев А. и Приходько Н. Труды СФТИ, 4, № 3, 112—126, 1936.
2. Вальтер А. Ф. и Инге Л. Д. ЖТФ, 3, № 6, 840—849, 1933.
3. Воробьев А. А. и Кучин В. Д. Изв. Томск. политехнич. ин-та (в данном вып.), стр. 383.

Томский политехнический
институт.